

## Powered by Dialog

**Porous sintered body, especially a metallic filter body for particle separation from hot gases, is produced by agitating a loose fiber heap to individualize fibers, filling into a mould and sintering**

**Patent Assignee:** GKN SINTER METALS FILTERS GMBH RADEVORMW

**Inventors:** HAEDE W; NEUMANN P

#### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 19924675	A1	20001130	DE 1024675	A	19990529	200110	B

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 1024675 A ( 19990529)

#### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 19924675	A1		6	B22F-003/11	

**Abstract:**

DE 19924675 A1

**NOVELTY** Porous sintered body production comprises agitating to individualize loose fibers in a heap, filling into a mold and sintering.

**USE** Especially for producing a metallic filter body for separation of particles of above 0.1 microns size from hot gases at 600-1200 degrees C.

**ADVANTAGE** The process produces a uniform pore network in the mould filling for direct sintering in the mould to produce a sintered product having a porosity of up to 95%, a permeability of up to 300l/min./dm<sup>2</sup> at 200 Pa, high mechanical strength, high temperature resistance and high corrosion resistance.

pp; 6 DwgNo 0/3

**Technology Focus:**

**TECHNOLOGY FOCUS - METALLURGY** - Preferred Materials: The fibers consist of (a) an FeCrAl alloy containing 10-25 wt.% Cr and 5-20 wt.% Al, optionally with additions of Ti, Zr, Hf and/or rare earth metal; or (b) a NiAl alloy containing 10-40 wt.% Al, optionally with additions of 5-15 wt.% Ta, 0.3-1.5 wt.% Hf, 0.05 wt.% Zr and/or B and/or 0.01-0.1 wt.% rare earth metal. Preferred Process: The fibers are melt extracted metal fibers which have 1-250 microns diameter and 50 microns to 50 mm length and which are individualized by directional mechanical vibration, especially on a sieve surface, during filling into a relatively moving mould. The fiber filling is pressed to a green body in the mould prior to sintering. An attachment, for bonding to the porous body, may be placed in the mould and pressed together with the fiber filling. The green body may be pressed to a hollow body with one or two open ends, especially a tube, or to a plate.



Derwent World Patents Index  
© 2003 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 13597415



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 24 675 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 22 F 3/11

D1

⑯ Aktenzeichen: 199 24 675.0  
⑯ Anmeldetag: 29. 5. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 199 24 675 A 1

⑯ Anmelder:  
GKN Sinter Metals Filters GmbH Radevormwald,  
42477 Radevormwald, DE

⑯ Vertreter:  
Patentanwälte Maxton & Langmaack, 50968 Köln

⑯ Erfinder:  
Neumann, Peter, 42857 Remscheid, DE; Häde,  
Walter, 42477 Radevormwald, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Sintermetallurgisches Verfahren zur Herstellung eines Filterkörpers aus schmelzextrahierten Metallfasern  
⑯ Die Erfindung betrifft ein sintermetallurgisches Verfahren zur Herstellung eines porösen Körpers, insbesondere eines Filterkörpers aus Fasern, insbesondere Metallfasern bei dem die in einem Haufwerk vorliegenden losen Fasern durch Agitation vereinzelt und in eine Form gefüllt und die Füllung unter Erhitzung gesintert wird.

DE 199 24 675 A 1

## Beschreibung

Für die Heißgasfiltration zur Abscheidung von Partikeln mit einer Größe > 0,1 µm werden Filterkörper benötigt, die temperaturbeständig sind bei Einsatztemperaturen im Bereich von 600°C bis 1.200°C. Für derartige Temperaturbereiche, mit je nach Einsatzfall starken Temperaturschwankungen, die zu sogenannten Temperaturschocks führen können, kommen praktisch nur Metalle in Betracht, wobei jedoch entsprechend kleinen Porengrößen mit möglichst gleichmäßiger Porenverteilung gefordert sind. Darüber hinaus können in den zu entstaubenden Abgasen reaktive Anteile vorhanden sein, die in diesen Temperaturbereichen mit den Metallen des Filterkörpers reagieren, so daß hier Metalle auszuwählen sind, die neben einer Temperaturbeständigkeit und einer Temperaturschockbeständigkeit auch eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Auch bei sogenannten Flächenbrennern, bei denen Gas oder verdampftes Öl durch einen porösen Flamenträger geleitet wird, sowie bei Katalysatorträgern, treten vergleichbare Probleme auf.

Es hat sich nun gezeigt, daß durch Ziehen oder dergl., insbesondere durch eine sogenannte Schmelzextraktion aus einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung oder einer Nickel-Aluminium-Legierung Metallfasern erzeugt werden können, die einen Aluminiumgehalt aufweisen, der weit über dem Aluminiumgehalt liegt, der mit herkömmlichen Verfahren zur Erzeugung von Metallfasern erreichbar ist. Aufgrund ihres hohen Aluminiumgehaltes weisen derartige Metallfasern für eine Vielzahl von Einsatzfällen eine hohe Temperaturbeständigkeit, insbesondere aber eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das es erlaubt, aus sinterbaren Fasern, insbesondere Metallfasern, poröse Körper herzustellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein sintermetallurgisches Verfahren zur Herstellung eines porösen Körpers aus Fasern, insbesondere Metallfasern, bei dem die in einem Haufwerk vorliegenden losen Fasern durch Agitation vereinzelt und in eine Form gefüllt und gesintert wird. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, die vom Herstellungsprozeß her als Haufwerk vorliegenden losen Fasern, die miteinander verhaft sind und zur Klumpenbildung neigen, zu vereinzeln und in die Form so einzustreuen, daß sich ein gleichmäßiges "Porengitter" in der Form aufbaut. Die Formfüllung kann nun unmittelbar in der Form gesintert werden oder in einer Ausgestaltung zu einem porösen Grünkörper gepreßt werden, der anschließend gesintert wird. Durch den Preßvorgang werden unter entsprechender Minderung der Porengröße die Fasern zusammengepreßt, so daß ein für das weitere Handling ausreichend stabiler poröser Grünkörper gewonnen wird. Dieser Grünkörper weist, wie bei sinterbaren Preßkörpern üblich, eine hohe Maßhaltigkeit auf und kann anschließend praktisch ohne nennenswerte Schrumpfung zu einem festen und stabilen porösen Körper unter Erhitzung gesintert werden. Hiermit lassen sich je nach Preßvorgang Filterkörper herstellen, die eine Porosität bis zu 95% aufweisen und Durchflußraten bis zu 300 l/min dm<sup>2</sup> bei 200 Pa ermöglichen. Die so in einem Sinter-Verfahren hergestellten porösen Körper zeichnen sich durch eine hohe mechanische Festigkeit und eine hohe Temperaturbeständigkeit und eine hohe Korrosionsbeständigkeit aus.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Vereinzelung der Fasern unter Einwirkung von gerichteten mechanischen Schwingungen auf das Haufwerk beim Einfüllen in die Form bewirkt wird. Die Agitation des Haufwerks durch Einwirkung von gerichteten mechanischen Schwingungen kann beispielsweise dadurch bewirkt wer-

den, daß die Faserzufuhr aus dem Faserhaufwerk zur Form über einen Schwingförderer erfolgt.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Vereinzelung durch Agitation des Haufwerks auf einer Siebfläche beim Einfüllen in die Form bewirkt wird. Je nach Ausgestaltung der Form kann hierbei eine schwingende Siebfläche oder aber auch eine rotierende Siebfläche vorgesehen werden, auf die das Haufwerk aufgebracht wird. Hierbei reicht eine verhältnismäßig grobmaschige Siebfläche mit einer Maschengröße von etwa 0,5 bis 5 mm aus. Durch die Umwälzung des Haufwerks auf der Siebfläche wird erreicht, daß sich aus dem Haufwerk immer nur im Bereich der Sieböffnungen Fasern aus dem Haufwerk lösen und dann in die Form einfallen können.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Form bei der Vereinzelung der Metallfasern relativ zum Faserzulauf bewegt wird. Die Relativbewegung zwischen dem Faserzulauf, beispielsweise dem Abwurfende einer Schwingförderrinne oder im Unterlauf eines Siebes, richtet sich nach der geometrischen Form des herzustellenden porösen Körpers. Die Form kann hierbei rotieren oder relativ zum Faserzulauf in einer Ebene hin und her bewegt werden.

Sofern der herzustellende poröse Körper zur Befestigung in entsprechenden Gehäusen Anschlußelemente aufweisen muß, ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß wenigstens ein mit dem porösen Körper zu verbindendes Anschlußelement als Formelement in die Form eingelegt mit angesintert wird. Vorteilhaft ist es, wenn das

Formelement beim Pressen der Formfüllung mit angepreßt wird. Besonders zweckmäßig ist es hierbei, wenn das Formelement durch einen vorgepreßten pulvermetallurgischen Grünpreßling gebildet wird. Damit ist der Vorteil gegeben, daß nach Abschluß des Sintervorgangs ein fertiger poröser Körper vorliegt, der keiner weiteren Nachbearbeitung bedarf, da alle notwendigen Gestaltungen, beispielsweise Bohrungen für Befestigungszwecke, Nuten, Stege für Dichtungszwecke etc. bei der Herstellung des Formteils bereits geformt werden können. Bei der Verwendung eines vorgepreßten pulvermetallurgischen Grünpreßlings für das Formteil entfällt darüber hinaus jegliche mechanische Bearbeitung.

Je nach Anwendungsfall kann der Grünkörper als zumindest einseitig offener Hohlkörper, insbesondere als Rohrkörper oder aber auch als Platte geprägt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Verwendung von Fasern, insbesondere von Metallfasern mit einem Durchmesser zwischen 1 und 250 µm und einer Länge zwischen 50 µm und 50 mm vorgesehen. Die verwendeten Metallfasern können hierbei eine gleiche Dicke aber unterschiedliche Längen aufweisen, wobei sich gerade durch die Verwendung von Metallfasern unterschiedlicher Längen beim Pressen und anschließenden Sintern eine sehr stabile Fasermatrix bildet. Die gewünschte Porosität kann dann jeweils über die Dicke der verwendeten Fasern bestimmt werden, wobei die Verwendung von Fasern unterschiedlicher Dicke zur Herstellung des Filterkörpers zweckmäßig sein kann. Durch die Verwendung von sehr feinen Metallfasern mit einem Durchmesser von etwa 1 µm können Poren mit einer Öffnungsweite von etwa 3 bis 5 µm erzielt werden. Verwendet man Metallfasern mit einem Durchmesser von etwa 250 µm, ergeben sich Porenweiten von etwa 1 mm.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß schmelzextrahierte Metallfasern auf der Basis einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung verwendet werden, mit Gehalten an Chrom von 10 bis 25 Gewichts-% und an Aluminium von 5 bis 20 Gewichts-%. Fasern mit einem derart hohen Aluminiumanteil weisen eine sehr gute Tempera-

turbeständigkeit bei der Heißgasfiltration auf. Die Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung kann hierbei Zusätze von Titan und/oder Zirkon und/oder Hafnium und/oder Seltenerdmetalle enthalten.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die schmelzextrahierten Metallfasern auf der Basis einer Nick-Aluminium-Legierung verwendet werden, mit einem Aluminiumgehalt zwischen 10 und 40 Gewichts-%. Bei einer Nickel-Aluminium-Legierung kann es zweckmäßig sein, Zusätze von Tantal und/oder Zirkon und/oder Hafnium und/oder Bor und/oder Seltenerdmetallen vorzusehen.

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Herstellung eines rohrförmigen Filterkörpers,

Fig. 2 einen Vertikalschnitt durch einen rohrförmigen Filterkörper mit Anschlußelement,

Fig. 3 die Herstellung eines plattenförmigen Filterkörpers.

Wie Fig. 1 erkennen läßt, wird zur Herstellung eines rohrförmigen Filterkörpers eine Form 1 verwendet, die eine feste Bodenplatte 2 aufweist, an der ein fester Formdorn 3 befestigt ist. Der Formdorn 3 ist zur Bildung eines Formhohlraums 4 mit Abstand von einer Formwandung 5 umschlossen, die aus einem flexiblen Material, beispielweise einem Elastomer hergestellt ist. Die Form insgesamt ist um ihre vertikale Achse drehbar gelagert und mit einem entsprechenden Antrieb verbunden. Es ist aber auch möglich, die Formwandung starr auszubilden und den Formdorn aus flexilem Material herzustellen und so auszubilden, daß bei einer Druckbeaufschlagung eine Füllung im Formhohlraum 4 gegen die Formwandung gepreßt wird.

Der Faserzulauf zum Formraum 4 erfolgt über eine entsprechend ausgebildeten Schwingförderer 6, auf den die in den Formhohlraum 4 einzufüllenden Metallfasern aufgegeben werden.

Durch die vom Schwingförderer 6 auf die als Haufwerk aufgegebenen und zum Teil verklumpten Metallfasern einwirkenden gerichteten mechanischen Schwingungen werden die Metallfasern auf dem Schwingförderer vereinzelt, so daß sich auf dem Wege bis zum Abwurfende 7 des Schwingförderers 6 eine dünne Schicht unverhakter Metallfasern ausbildet, die dann lose in den Formhohlraum 4 "eingestreut" werden. Durch Drehung der Form 1 kann im Formhohlraum 4 dann eine gleichmäßige Füllung von lose aufeinanderliegenden Metallfasern aufgebaut werden.

Nach vollständiger Füllung der Form 1 wird die Faserfüllung im Formhohlraum 4 unter Druckbeaufschlagung der flexiblen Formwandung 5 durch isostatisches Pressen zu einem porösen Grünkörper verdichtet.

Will man einen rohrförmigen Filterkörper herstellen, der, wie in Fig. 2 dargestellt, neben dem eigentlichen Filterkörper 8 noch zusätzliche Anschluß- oder Befestigungselemente 9, beispielsweise in Form eines Flanschringes oder dergl. aufweist, dann kann dieses Element entweder als Fertigteil aus gediegenem Metall, als Sinterteil oder aber als vorgepreßter pulvermetallurgischer Grünpreßling auf den noch zu pressenden Grünling für den Filterkörper 8 mit in die Form 1 eingelegt werden und mit diesem zusammen zu einem fertigen Grünkörper verpreßt werden. Anschließend wird dann der so gewonnene Grünkörper in üblicher Weise in einem Sinterofen zu einem fertigen Filterkörper gesintert. Ein derartiger Filterkörper kann, wie dargestellt, rohrförmig ausgebildet sein oder die Form einer Filterkerze aufweisen, b. i der der rohrförmige Teil an seinem dem Flansch abgekehrten Ende durch einen Boden verschlossen ist.

In Fig. 3 ist als Beispiel die Herstellung eines plattenförmigen Filterkörpers dargestellt. Hierfür ist ein beispielsweise rechteckiges schalenförmiges Werkzeug 10 vorgese-

hen, auf das unter Hin- und Herbewegung (Pfeil 11) die zu pressenden und zusammenzusinternden Metallfasern als lose Faserlage aus vereinzelten Metallfasern aufgestreut werden. Das Aufstreuen kann wiederum mit Hilfe einer Förderrinne, wie anhand von Fig. 1 dargestellt erfolgen.

Wie Fig. 3 zeigt, ist es jedoch bei der verhältnismäßig großen "Füllöffnung" des schalenförmigen Preßwerkzeugs 10 zweckmäßig, wenn oberhalb des Preßwerkzeugs eine rotierende Siebtrommel 12 angeordnet ist, die mit einem großen Drahtgewebe als Siebfläche versehen ist. In den Innenraum der Siebtrommel 12 werden die aufzugebenden Metallfasern laufend eingefüllt, durch die Rotation der Siebtrommel agitiert und hierbei in ihrer Verhakung untereinander gelöst, so daß die Metallfasern wiederum als Einzelfasern auf das Preßwerkzeug 10 aufgestreut werden können. Durch die Hin- und Herbewegung wird die gewünschte Schichtdicke aufgebaut.

Anschließend wird in bekannter Weise auf das Preßwerkzeug 10, das mit Abstandhaltern versehen ist, die der gewünschten Dicke der fertiggesinterten Platte entsprechen, ein Flächengewicht aufgelegt. Die so vorbereitete und mit einem Flächengewicht versehene Form wird dann in den Sinterofen verbracht und dort durch Sintern auf die gewünschte Porosität und Dicke gesintert. Auch bei dieser Verfahrensweise ist es möglich, notwendige Anschlußelemente als Formelemente in das Werkzeug 10 mit einzulegen und mit anzusintern. Statt einer Siebtrommel kann auch ein Schwing sieb eingesetzt werden. In beiden Fällen ist für eine gleichmäßige Schichtdicke Sorge getragen.

Bei einem nach dem anhand von Fig. 1 beschriebenen Verfahren hergestellten rohrförmigen Filterkörper läßt sich eine Porosität bis zu 50% mit einer maximalen Porengröße von 5 bis 250 µm erzielen. Ein derartiger Filterkörper erlaubt Durchflußraten bis zu 280 l/min dm<sup>2</sup> bei 200 Pa.

Ein entsprechend dem anhand von Fig. 3 beschriebenen Verfahren hergestellter plattenförmiger Filterkörper weist eine Porosität bis zu 95% bei einer maximalen Porengröße von 50 bis 250 µm auf und erlaubt Durchflußraten bis zu 300 l/min dm<sup>2</sup> bei 200 Pa auf. Eine Festigkeit bis zu 10 N/mm<sup>2</sup> ist bei diesen hohen Porositäten möglich.

Zur Herstellung dieser Filterkörper werden schmelzextrahierte Metallfasern mit einem Durchmesser zwischen 20 und 250 µm und einer Länge zwischen 50 µm und 50 mm verwendet, die auf der Basis einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung oder einer Nickel-Aluminium-Legierung hergestellt sind und jeweils einen hohen Anteil an Aluminium aufweisen, wie dies eingangs bereits erläutert worden ist. Die Legierungen können jeweils noch zusätzliche Legierungsbestandteile enthalten, wie sie in den Ansprüchen 11, 12 und 14 bis 18 angegeben sind.

Das erfundsgemäße Verfahren ist nicht nur bei der Verwendung von Metallfasern anwendbar. Wenn im konkreten Einsatzfall keine oder nur geringe Anforderungen an die mechanische Festigkeit oder an die Temperaturschockbeständigkeit gestellt werden, lassen sich auch Fasern aus keramischem Material in der angegebenen Weise verarbeiten.

#### Patentansprüche

1. Sintermetallurgisches Verfahren zur Herstellung eines porösen Körpers, insbesondere eines Filterkörpers aus Fasern, insbesondere Metallfasern bei dem die in einem Haufwerk vorliegenden losen Fasern durch Agitation vereinzelt und in eine Form gefüllt und die Füllung unter Erhitzung gesintert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß schmelzextrahierende Metallfasern verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Form als Preßform ausgebildet ist und die in die Form eingefüllten Metallfasern zu einem porösen Grünkörper verpreßt werden, der anschließend gesintert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelung unter Einwirkung von gerichteten mechanischen Schwingungen auf das Haufwerk beim Einfüllen in die Form bewirkt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelung unter Agitation des Haufwerks auf einer Siebfläche beim Einfüllen in die Form bewirkt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Form bei der Vereinzelung der Metallfasern relativ zum Faserzulauf bewegt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein mit dem herzustellenden porösen Körper zu verbindendes Anschlußelement als Formelement in die Preßform eingelegt und mit den Metallfasern an den sich bildenden Grünkörper angepreßt und anschließend mit angesintert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil durch einen vorgepreßten pulvermetallurgischen Grünpreßling gebildet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Grünkörper als zumindest einseitig offener Hohlkörper, insbesondere als Rohrkörper gepreßt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Grünkörper als Platte gepreßt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß schmelzextrahierende Metallfasern mit einem Durchmesser zwischen 1 und 250 µm und einer Länge zwischen 50 µm und 50 mm verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß schmelzextrahierte Metallfasern auf der Basis einer Eisen-Chrom-Aluminium-Legierung verwendet werden mit Gehalten an Chrom von 10 bis 25 Gewichts-% und Gehalten an Aluminium von 5 bis 20 Gewichts-%.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung Zusätze von Titan und/oder Zirkon und/oder Hafnium und/oder Seltenerdmetall aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusätze von Titan, Zirkon und/oder Hafnium insgesamt im Bereich von 0,1 bis 1,9 Gewichts-% liegen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß schmelzextrahierte Metallfasern auf der Basis einer Nickel-Aluminium-Legierung verwendet werden mit einem Gehalt an Aluminium zwischen 10 und 40 Gewichts-%.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung Zusätze von Tantal und/oder Zirkon und/oder Hafnium und/oder Bor und/oder Seltenerdmetallen aufweist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Tantalgehalt zwischen 5 und 15 Gewichts-% liegt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der Hafniumgehalt zwischen 0,3 und 1,5 Gewichts-% liegt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Zirkon und/oder Bor zwischen 0,05 und 0,3 Gewichts-% liegt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Seltenerdmetallen zwischen 0,01 und 0,1 Gewichts-% liegt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

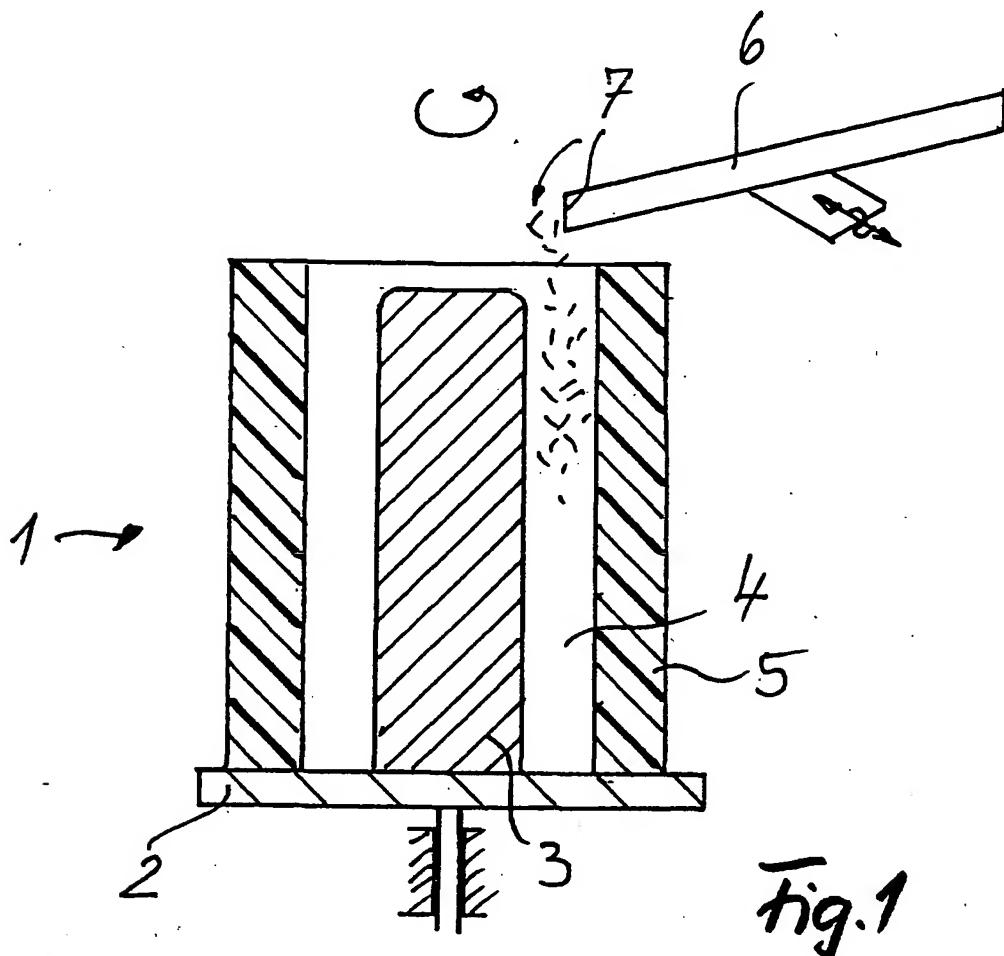


Fig. 1

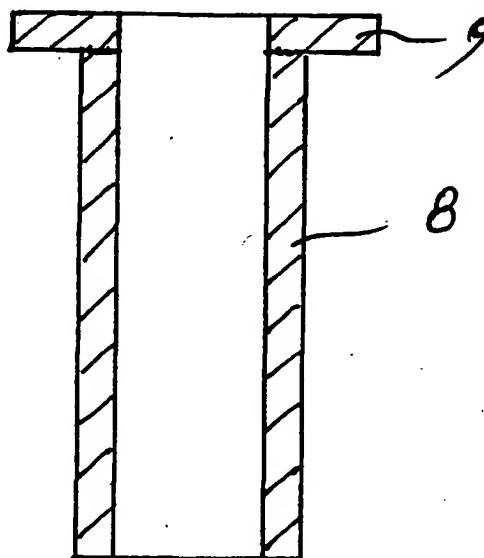


Fig. 2

